

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-197591

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.CI.

H01L 21/304
 B08B 3/02
 C23C 18/16
 C23C 18/18
 C23C 18/31
 C23F 1/08
 H01L 21/306

(21)Application number : 2001-397960

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 27.12.2001

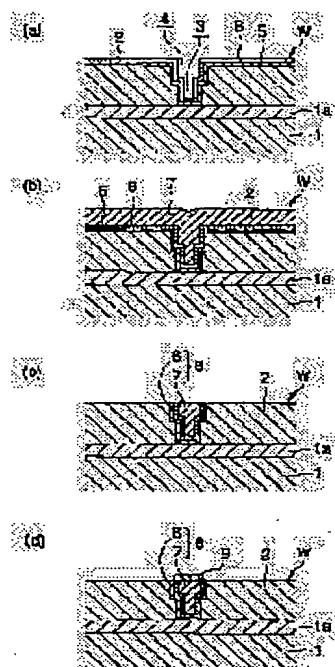
(72)Inventor : HONGO AKIHISA
O CHIKAACKI

(54) SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively perform a pre-process of electroless plating and a subsequent rinse process (cleaning process) or the like while preventing re-contamination of the substrate processing surface.

SOLUTION: A substrate processing apparatus comprises a substrate holder 12 for removably holding a substrate W with the processing surface thereof facing downward, a seal ring 18 for sealing the external circumference of the processing surface of the substrate W held by the substrate holder 12, a plurality of injection nozzles 40 disposed at the lower side of the substrate holder 12 to inject the processing solution toward the processing surface of the substrate W held by the substrate holder 12, and drive mechanisms 20, 24 for relatively rotating and/or moving upward or downward the substrate holder 12 and the injection nozzles 40.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-197591

(P2003-197591A)

(43)公開日 平成15年7月11日(2003.7.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード*(参考)
H 01 L 21/304	6 4 3	H 01 L 21/304	6 4 3 A 3 B 2 0 1
	6 2 2		6 2 2 Q 4 K 0 2 2
	6 4 3		6 4 3 C 4 K 0 5 7
B 08 B 3/02		B 08 B 3/02	B 5 F 0 4 3
			D

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 23 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願2001-397960(P2001-397960)

(22)出願日 平成13年12月27日(2001.12.27)

(71)出願人 000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 本郷 明久
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 王 新明
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74)代理人 100091498
弁理士 渡邊 勇 (外3名)

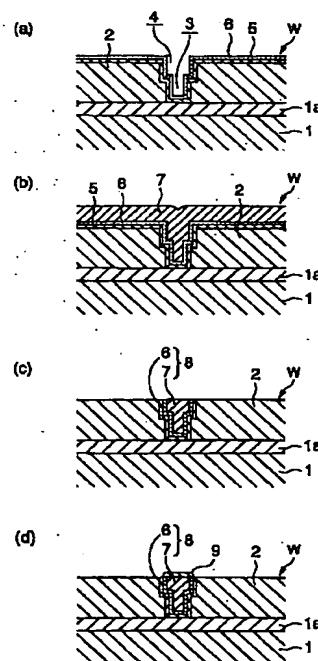
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 基板処理装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 無電解めっきの前処理や、それに続くリノン処理(洗浄処理)等を、基板処理面の再汚染を防止しつつ、効率よく行うことができるようとする。

【解決手段】 基板Wを該基板Wの処理面を下にして着脱自在に保持する基板ホルダ12と、基板ホルダ12で保持した基板Wの処理面の外周部をシールするシールリング18と、基板ホルダ12の下方に配置され該基板ホルダ12で保持した基板Wの処理面に向けて処理液を噴射する複数の噴射ノズル40と、基板ホルダ12と噴射ノズル40とを相対的に回転及び/または上下動させる駆動機構20、24とを有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を該基板の処理面を下にして着脱自在に保持する基板ホルダと、
前記基板ホルダで保持した基板の処理面の外周部をシールするシールリングと、
前記基板ホルダの下方に配置され該基板ホルダで保持した基板の処理面に向けて処理液を噴射する複数の噴射ノズルと、
前記基板ホルダと前記噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動させる駆動機構とを有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板に向けて噴射する処理液の運動エネルギーを調整できるよう構成されていることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項3】 前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板の直径方向に沿って直線状に配置され、中央部に位置する噴射ノズルとして円錐ノズルが、それ以外の噴射ノズルとして扇形ノズルがそれぞれ使用されていることを特徴とする請求項1または2記載の基板処理装置。

【請求項4】 前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板の全面に亘って均等に分布した状態で配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の基板処理装置。

【請求項5】 基板を該基板の処理面を下にし処理面の外周部をシールして基板ホルダで保持し、
前記基板ホルダで保持した基板の処理面に向けて複数の噴射ノズルから処理液を噴射しつつ、
前記基板ホルダで保持した基板と前記噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動させることを特徴とする半導体基板の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体ウエハ等の基板の表面に設けた配線用の微細な凹部に、無電解めっきによって銅や銀等の導電体を埋込んで埋込み配線を形成したり、このようにして形成した配線の表面を保護する保護膜を無電解めっきで形成するのに際し、この無電解めっきの前処理を行うのに使用したり、CMP（化学機械的研磨）を施した基板の表面を薬液で洗浄したりするのに使用される基板処理装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体チップの高速化、高集積化に伴い、半導体基板上に配線回路を形成するための金属材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹みの内部

10

2

に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、めっきが一般的であり、電解銅めっきで銅配線を形成する際には、例えばTaN等からなるバリア層の表面に、電解めっきの給電層としてのシード層を形成し、このシード層の表面に銅膜を成膜した後、その表面を化学機械的研磨（CMP）により平坦に研磨するようしている。

【0003】この種の配線にあっては、平坦化後、その配線の表面が外部に露出しており、この上に埋め込み配線を形成する際、例えば次工程の層間絶縁膜形成プロセスにおけるSiO₂形成時の表面酸化やコンタクトホールを形成するためのSiO₂エッティング等に際して、コンタクトホールの底に露出した配線のエッチャントやレジスト剥離等による表面汚染、更には銅配線にあっては銅の拡散が懸念されている。

【0004】このため、銀や銅等の配線材料との接合が強く、しかも比抵抗（ρ）が低い、例えばNi-B合金膜等からなる保護膜（めっき膜）で配線の表面を選択的に覆って保護することが考えられる。ここで、Ni-B合金膜は、例えばニッケルイオン、ニッケルイオンの錯化剤、ニッケルイオンの還元剤としてのアルキルアミンボランまたは硼素化水素化合物等を有する無電解めっき液を使用した無電解めっきを施すことによって、銅膜等の表面に選択的に形成することができる。

【0005】ここで、例えば無電解銅めっきで基板の表面にシード層を形成したり、銅膜等の表面に保護膜（蓋めっき）を形成したりする際には、その前処理として、Pdとの置換を行うためSnCl₂液等によるSn吸着化処理、及び無電解めっきの際の触媒となるPdを基板上に析出させるためPdCl₂液等による置換処理を行う必要があり、これらの各処理には、それぞれ純水によるリーン処理（洗浄処理）を伴う。また、これらの2段処理を1液のPd/Snコロイドのキャタリストで行われる場合もある。この場合も純水によるリーン処理が伴う。

【0006】従来、これらの無電解めっきの前処理（Sn吸着化処理またはPd置換処理）や、前処理後のリーン処理（洗浄処理）は、基板を上下動自在な基板ホルダで横向きに保持し、この基板ホルダで保持した基板を、処理槽内の処理液中に浸漬（いわゆるどぶ付け）せたり、基板をその処理面を上向き（フェースアップ）に基板ホルダで保持し、この基板ホルダで保持した基板の上面（処理面）に処理液を供給したりすることで一般に行われていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、基板を処理液中に浸漬させて無電解めっきの前処理等を行うと、この浸漬法は拡散効果を利用したものであり、基板の処理面への新液の供給が積極的に行われず、このため、処理面に付着した汚染物や溶解したイオンの処理面

50

からの離脱が遅く、処理時間がかなり長くかかってしまうばかりでなく、再汚染のおそれがあった。

【0008】一方、基板をフェースアップで保持して無電解めっきの前処理等を行うと、基板裏面の汚染を防止するためには、基板の処理面の外周部をシール材でシールする必要があり、このように、シール材でシールすると、基板の表面に処理液が溜まって、前述の浸漬処と同じ問題が生じ、シール材を省くと、基板の裏面の汚染を有効に防止できないといった問題があった。

【0009】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、無電解めっきの前処理や、CMP後の後洗浄等の処理を、基板処理面の再汚染を防止しつつ、効率よく行うことができるようとした基板処理装置及び方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、基板を該基板の処理面を下にして着脱自在に保持する基板ホルダと、前記基板ホルダで保持した基板の処理面の外周部をシールするシールリングと、前記基板ホルダの下方に配置され該基板ホルダで保持した基板の処理面に向けて処理液を噴射する複数の噴射ノズルと、前記基板ホルダと前記噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動させる駆動機構とを有することを特徴とする基板処理装置である。

【0011】これにより、基板の処理面に積極的に新液を供給することで、処理面には常に新鮮な液が接触するようにして再汚染を防止するとともに、処理面の汚染物や溶解したイオンの基板表面からの離脱を早めて、基板を効率よく短時間で処理し、しかも、基板の処理面の外周部をシールリングでシールすることで、基板の裏面の汚染を有効に防止することができる。更に、基板ホルダと噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動せながら処理液による基板の処理を行うことで、基板処理面に作用する圧力を緩和しながら、処理液を均一に基板の処理面の全面に供給することができる。

【0012】請求項2に記載の発明は、前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板に向けて噴射する処理液の運動エネルギーを調整できるよう構成されていることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置である。これにより、基板の処理面が処理液に接触する時に受けける圧力を調整することができる。

【0013】請求項3に記載の発明は、前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板の直径方向に沿って直線状に配置され、中央部に位置する噴射ノズルとして円錐ノズルが、それ以外の噴射ノズルとして扇形ノズルがそれぞれ使用されていることを特徴とする請求項1または2記載の基板処理装置である。このように、噴射ノズルとして扇形ノズルを使用することで、噴射ノズルの数を減少させ、広い範囲での圧力の調整を可能となし、しかも、中心部に位置する噴射ノズルとして、圧力の弱

い円錐ノズルを使用することで、基板処理面の中心部に作用する圧力を緩和して、基板処理面により均一な圧力が作用するようになることができる。

【0014】請求項4に記載の発明は、前記噴射ノズルは、前記基板ホルダで保持した基板の全面に亘って均等に分布した状態で配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の基板処理装置である。これにより、例えば基板と噴射ノズルの相対的な回転速度が高い場合のみならず、極めて遅くなった場合でも、基板処理面の全面に処理液を均一に供給することができる。

【0015】請求項5に記載の発明は、基板を該基板の処理面を下にして処理面の外周部をシールして基板ホルダで保持し、前記基板ホルダで保持した基板の処理面に向けて複数の噴射ノズルから処理液を噴射しつつ、前記基板ホルダで保持した基板と前記噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動させることを特徴とする半導体基板の処理方法である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、半導体装置における銅配線形成例を工程順に示すもので、先ず、図1(a)に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上にSiO₂からなる絶縁膜2を堆積し、この絶縁膜2の内部に、例えばリソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4を形成し、その上にTaN等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としての銅シード層6をスパッタリング等により形成する。

【0017】そして、図1(b)に示すように、半導体基板Wの表面に銅めっきを施すことで、半導体基板Wのコンタクトホール3及び溝4内に銅を充填させるとともに、絶縁膜2上に銅層7を堆積させる。その後、化学機械的研磨(CMP)により、絶縁膜2上の銅層7を除去して、コンタクトホール3及び配線用の溝4に充填させた銅層7の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図1(c)に示すように、絶縁膜2の内部に銅シード層6と銅層7からなる配線8を形成する。次に、基板Wの表面に、例えば無電解Ni-Bめっきを施して、図1(d)に示すように、配線8の露出表面にNi-B合金膜からなる保護膜(めっき膜)9を選択的に形成して配線8を保護する。

【0018】図2は、本発明の実施の形態の基板処理装置を示す。この基板処理装置は、例えば、図1におけるバリア層5の形成、銅シード層6の補強、銅層7の堆積、更には、保護膜(めっき膜)9の形成を無電解めっきで行う際に、その前処理及び該前処理に伴うリンス処理に使用される。

【0019】この基板処理装置(無電解めっき前処理装置)10は、半導体ウエハ等の基板Wの表面(処理面)を下向き(フェースダウン)にして着脱自在に保持する

基板ホルダ12を有している。この基板ホルダ12は、内部に基板Wを収納する下方に開口したハウジング14と、このハウジング14の内部に上下動自在に配置したリング状の基板押え16を有している。ハウジング14の下端には、内方に膨出する爪部14aが設けられ、この爪部14aの上面にシールリング18が取付けられている。

【0020】これにより、ハウジング14の内部に搬入した基板Wをその外周部をシールリング18に接触させて爪部14aの上部に載置保持し、この状態で、基板押え16を下降させることで、基板Wをその外周部をハウジング14の爪部14aと基板押え16で挟持して保持し、この時に、シールリング18を圧潰させることで、ここをシールするようになっている。

【0021】ハウジング14は、回転モータ20の出力軸22に連結され、更に、この回転モータ20は、上下動モータ24の駆動に伴って、ボールねじ26を介して上下動（昇降）する上下動アーム28の自由端に固着されている。また、回転モータ20のハウジングには、シリンドラ30が下向きに取付けられ、このシリンドラ30のロッドに中空円板状の昇降板32が連結されている。そして、この昇降板32の外周端面に軸受34が取付けられ、この軸受34の外輪に押圧ロッド36が下向きで取付けられている。この押圧ロッド36は、ハウジング14の上壁を貫通して延び、この下端に前記基板押え16が接続されている。

【0022】これによって、基板ホルダ12で基板Wをシールリング18でシールして保持した状態で、回転モータ20の駆動に伴って、基板ホルダ12と基板Wとが一体となって回転し、上下動モータ24の駆動に伴って、基板ホルダ12と基板Wとが一体となって上下動（昇降）するようになっている。

【0023】基板ホルダ12の下方に位置して、基板ホルダ12で保持した基板Wに向けて、処理液を噴射する複数の噴射ノズル40を有するノズルヘッド42が水平に配置されている。このノズルヘッド42は、基板ホルダ12で保持した基板Wの直径方向のほぼ全長に亘る長さを有する棒状体で構成され、上下方向に延びる固定軸44の上端に連結されている。そして、この固定軸44には、図示しない処理液供給パイプが接続され、処理液は、この固定軸44の内部を通ってノズルヘッド42に達し、ノズルヘッド42に沿って流れながら各噴射ノズル40から上方に向けて噴射されるようになっている。

【0024】この噴射ノズル40は、基板ホルダ12で保持した基板Wに向けて噴射する処理液の運動エネルギーを調整できるよう構成されていることが好ましい。これにより、基板Wの処理面が処理液に接触する時に受けける圧力を調整することができる。ノズルヘッド42の周囲を回轉し、更に上方に延出して、上方に開口したカップ状の処理槽46が配置されている。この処理槽46

は、処理液の飛散を防止するためのものであり、その底部には、排出口46aが設けられている。

【0025】次に、この基板処理装置を用いて基板Wを薬液処理または純水によるリーン処理を行うときの動作について説明する。先ず基板Wを基板ホルダ12のハウジング14の内部に入れ、爪部14aの上面に設けたシールリング18に接触させて、基板Wをその表面（処理面）を下向きした状態（フェースダウン）で載置する。そして、基板押え16を下降させて、基板Wの処理面（下面）の外周部をシールリング18でシールした状態で、基板Wを挟持保持する。そして、必要に応じて、基板ホルダ12を任意の位置に昇降させた後、更に一定の幅で基板ホルダ12を上下動させ、同時に基板ホルダ12を回転させる。

【0026】この状態で、薬液や純水等の処理液を噴射ノズル40から基板Wに向けて噴射して基板Wの処理面の処理液による処理を施す。この時、噴射ノズル40から基板Wに向けて噴射された処理液は、処理槽46内に流入し、排出口46aから外部に排出される。

【0027】このように、薬液や純水等の処理液を噴射ノズル40から基板Wに向けて噴射して基板Wの処理面の処理液による処理を施して、基板Wの処理面に積極的に新液を供給することで、処理面には常に新鮮な液が接触するようにして再汚染を防止するとともに、処理面の汚染物や溶解したイオンの基板Wの表面からの離脱を早めて、基板Wを効率よく短時間で処理し、しかも、基板Wの処理面の外周部をシールリング18でシールすることで、基板Wの裏面の汚染を有效地に防止することができる。更に、基板Wを噴射ノズル40に対して、相対的に回転及び上下動させながら、基板Wの処理面に積極的に新液を供給することで、基板Wの処理面に作用する圧力を緩和しながら、処理液を均一に基板Wの処理面の全面に供給することができる。なお、この例では、基板Wを噴射ノズル40に対して、相対的に回転及び上下動させるようにしているが、噴射ノズル40側を回転及び上下動させるようにしてもよい。

【0028】そして、所定の時間に亘って処理液による処理を行った後、噴射ノズル40からの処理液の噴射を停止し、基板ホルダ12の上下動を停止した後、基板Wに付着した処理液の液切りを行って、基板Wの回転を停止する。しかる後、前述の逆の動作で処理終了後の基板Wをハウジング14の外に搬送する。

【0029】図3は、前述の基板処理装置10を無電解めっきの前処理装置に利用し、半導体ウエハ等の基板Wの表面に形成した配線用の溝やコンタクトホールに銅を埋込んで銅配線を形成するようにしためっき装置の全体構成を示す。

【0030】このめっき装置は、設備90内に配置された、ロード・アンロード部92a、92b、Snの吸着剤となるSnCl₂液等により吸着化処理を行う吸着化

処理装置（無電解めっき前処理装置）94、SnとPdの置換のためPdCl₂液等により置換処理を行う置換処理装置（無電解めっき前処理装置）96、無電解めっき装置98、電解めっき装置100、基板Wの外周部に付着乃至成膜した不要な銅を除去し、必要に応じて基板の裏面を洗浄するペベルエッチ装置102、ペベルエッチ後の基板を洗浄し乾燥させる洗浄・乾燥装置104、これらの間で基板Wの搬送を行う2基の搬送装置（搬送ロボット）106a, 106b、及び仮置きステージ108a, 108bを有している。ここで、無電解めっき前処理装置である吸着化処理装置94及び置換処理装置96は、使用する薬液が異なるだけで、前記図2に示す基板処理装置10と同じ構成をしている。ここで、洗浄・乾燥装置104は、この例では、ベンシル・スポンジを備えたスピンドライユニットで構成されている。

【0031】次に、上記のように構成しためっき装置による一連のめっき処理の工程について説明する。まず、ロード・アンロード部92aまたは92bに保持された基板Wを一方の搬送装置106aにより取出し、仮置きステージ108aまたは108bに置く。他方の搬送装置106bは、これを吸着化処理装置94に搬送し、ここで、基板Wを上下動及び回転させつつ、基板Wの処理面にSnCl₂等の吸着化剤等を含む薬液を供給して基板Wの処理面の吸着化処理を行い、この薬液による処理に連続して、基板Wを上下動及び回転させつつ、基板Wの表面Sに純水を供給して、基板Wに付着した薬液を純水で洗い流すリーン処置を行う。次に、基板Wを瞬接する置換処理装置96に搬送し、ここで、基板Wを上下動及び回転させつつ、基板Wの表面SにPdCl₂液等でPd置換を行い基板Wの表面Sの触媒付与処理を行い、この薬液による処理に連続して、基板Wを上下動及び回転させつつ、基板Wの表面に純水を供給して、基板Wに付着した薬液を純水で洗い流すリーン処置を行う。

【0032】この過程では、Sn吸着化処理装置において、SnCl₂からのイオンSn²⁺が基板Wの表面に吸着され、このイオンは、置換処理装置において酸化されてSn⁴⁺になり、逆にPd²⁺は還元されて金属Pdとなって基板Wの表面に析出して、次の無電解めっき工程の触媒層となる。この過程は、Pd/Snコロイドの1液キャタリストを用いて行うこともできる。なお、以上のような触媒付与工程は、この例のように、Sn吸着化処理装置とPd置換処理装置で行うこともできるが、別の装置で行ってから基板Wを移送してもよい。また、半導体基板に存在する窪み内表面の材質、状態によっては、前述のSn吸着化処理またはPd置換処理を省略できる場合がある。

【0033】搬送装置106bは、基板Wをさらに無電解めっき装置98に運び、ここで所定の還元剤と所定のめっき液を用いて無電解めっき処理を行う。これによって、例えば、TaN等からなるバリア層の表面に薄い

銅めっき膜を形成する。この場合、固液界面で還元剤の分解によって生じた電子が、基板表面の触媒を経由してCu²⁺に与えられ、金属Cuとして触媒上に析出して銅めっき膜を形成する。なお、この触媒としては、Pd以外にも、遷移金属である、Fe, Co, Ni, Cu, Ag等を用いることができる。

【0034】次に、無電解めっき処理後の基板Wを搬送装置106bで無電解めっき装置98から取り出して電解めっき装置100に運び、ここで、基板を所定の電解めっき液に浸漬させつつ、基板と電解めっき液との間に所定のめっき電圧を印加することで、電解めっき処理を行う。これによって、基板Wの表面に形成された配線用の溝やコンタクトホールの内部に銅を充填する。

【0035】次に、この基板を搬送装置106bで仮置きステージ108aまたは108bに置き、搬送装置106aでペベルエッチ装置102に運び、ここで、基板Wの外周部に付着乃至成膜した不要な銅を除去し、必要に応じて基板Wの裏面を洗浄する。

【0036】このペベルエッチ後の基板Wを搬送装置106aで洗浄・乾燥装置104に運び、この洗浄・乾燥装置104でベンシル・スポンジによる仕上げの洗浄とスピンドライによる乾燥を行って、ロード・アンロード部92aまたは92bへ戻す。基板は後にアニール装置やCMP装置に搬送される。なお、この例では、無電解銅めっきで銅めっき膜を成膜した例を示しているが、無電解めっきで成膜するめっき膜としては、銅の他に、Ni-B, Ni-P, Co-P, Ni-W-P, Ni-Co-P; Co-W-P等が挙げられる。

【0037】図4は、図1に示す保護膜9を形成する一連のめっき処理（蓋めっき処理）を行うめっき装置の全体構成を示す。このめっき装置は、ロード・アンロード部70、前処理装置72、Pd付着装置（無電解めっき前処理装置）74、無電解めっき前処理装置76、無電解めっき装置78及び洗浄・乾燥装置80を有し、更に、搬送経路82に沿って走行自在で、これらの間で基板の受渡しを行う搬送装置84が備えられている。

【0038】次に、上記のように構成しためっき装置による一連のめっき処理（蓋めっき処理）の工程について説明する。まず、ロード・アンロード部70に保持された基板Wを搬送装置84により取出し、前処理装置72に搬送し、ここで、基板に例えば基板表面を再度洗浄する前処理を施す。そして、銅層7（図1参照）の表面にPd付着装置74でPdを付着させて銅層7の露出表面を活性化させ、しかる後、無電解めっき前処理装置76で無電解めっき前処理、例えば中和処理を施す。次に、無電解めっき装置78に搬送し、ここで、活性化した銅層7の表面に、例えばCo-W-Pによる選択的な無電解めっきを施し、これによって、図1(d)に示すように、銅層7の露出表面をCo-W-P膜（保護膜）9で保護する。この無電解めっき液としては、例えば、コバ

ルトの塩とタンクスチレンの塩に、還元剤、錯化剤、pH緩衝剤及びpH調整剤を添加したもののがあげられる。

【0039】なお、研磨後に露出した表面に、例えば無電解Ni-Bめっきを施して、配線8の外部への露出表面に、Ni-B合金膜からなる保護膜(めっき膜)9を選択的に形成して配線8を保護するようにしてもよい。この保護膜9の膜厚は、0.1~500nm、好ましくは、1~200nm、更に好ましくは、10~100nm程度である。

【0040】この保護膜9を形成する無電解Ni-Bめっき液としては、例えばニッケルイオン、ニッケルイオンの錯化剤、ニッケルイオンの還元剤としてのアルキルアミンボランまたは硼素化水素化合物を含有し、pH調整にTMAH(水酸化テトラメチルアンモニウム)を使用して、pHを5~12に調整したものが使用される。次に、この蓋めっき処理後の基板Wを洗浄・乾燥処理装置80に搬送して洗浄・乾燥処理を行い、この洗浄・乾燥後の基板Wを搬送装置84でロード・アンロード部70のかセットに戻す。

【0041】なお、この例では、蓋めっき処理として、Co-W-P無電解めっき処理を施す前に、Pdを付着することによって活性化させた銅層7の露出表面をCo-W-P膜で選択的に被覆するようにした例を示しているが、これに限定されることは勿論である。

【0042】ここで、図5及び図6に示すように、基板ホルダ12で保持した基板Wの直径方向に沿って直線状に延びるノズルヘッド42の長さ方向に沿って配置される噴射ノズル40として、中央部に位置するものに円錐ノズル40aを、それ以外のものにノズルヘッド42の軸方向に沿って扁平に延びる扇形ノズル40bをそれぞれ使用してもよい。

【0043】このように、噴射ノズル40として扇形ノズル40bを使用することで、この扇形ノズル40bにより直線状に処理液を噴射して、噴射ノズル40の数を減少させることができ、これによって、広い範囲での圧力調整が可能となる。しかも、全ての噴射ノズル40として、扇形ノズル40bを使用して、基板ホルダ12で保持した基板Wに向けて処理液を噴射すると、図7

(a)に示すように、基板Wの中央領域が連続した高圧力を受けて、基板処理面の中心領域により高い圧力が作用しそうが、中心部に位置する噴射ノズル40として、広い領域に比較的弱い圧力が作用する円錐ノズル40aを使用することで、図7(b)に示すように、基板処理面の中心領域に作用する圧力を緩和して、基板処理面により均一な圧力が作用するようにすることができる。

【0044】更に、図8に示すように、ノズルヘッド42として、基板Wとほぼ同じ大きさを有する円板状のものを使用し、この円板状のノズルヘッド42の全面に亘って噴射ノズル40を均一に分布した状態に配置してもよい。例えば、無電解めっき前処理は、基板の回転に依

存されやすく、前述のように、ノズルヘッドとして、直線状のものを使用し、基板を高速で回転させて前処理を行うと、図9に点線で示すように、基板(ウェハ)の外周に向かうにしたがってシート抵抗が高くなるが、このように、噴射ノズル40を基板の全面に均等に配置することで、例えば基板を高速で回転させた場合でも、また基板を低速で回転させた場合でも、図9に実線で示すように、基板(ウェハ)の全面に亘るシート抵抗を均一にして、処理面の全面に処理液を均一に供給することができる。

【0045】図10は、一連の基板処理を行う基板処理装置の平面配置図を示す。図示するように、この基板処理装置は、半導体基板を収容した基板カセットの受け渡しを行う搬入・搬出エリア520と、プロセス処理を行うプロセスエリア530と、プロセス処理後の半導体基板の洗浄及び乾燥を行う洗浄・乾燥エリア540を具備する。洗浄・乾燥エリア540は、搬入・搬出エリア520とプロセスエリア530の間に配置されている。搬入・搬出エリア520と洗浄・乾燥エリア540には隔壁521を設け、洗浄・乾燥エリア540とプロセスエリア530の間には隔壁523を設けている。

【0046】隔壁521には、搬入・搬出エリア520と洗浄・乾燥エリア540との間で半導体基板を受け渡すための通路(図示せず)を設け、該通路を開閉するためのシャッター522を設けている。また、隔壁523にも洗浄・乾燥エリア540とプロセスエリア530との間で半導体基板を受け渡すための通路(図示せず)を設け、該通路を開閉するためのシャッター524を設けている。洗浄・乾燥エリア540とプロセスエリア530は独自に給排気できるようになっている。

【0047】上記構成の半導体基板配線用の基板処理装置はクリーンルーム内に設置され、各エリアの圧力は、(搬入・搬出エリア520の圧力) > (洗浄・乾燥エリア540の圧力) > (プロセスエリア530の圧力)に設定され、且つ搬入・搬出エリア520の圧力は、クリーンルーム内圧力より低く設定される。これにより、プロセスエリア530から洗浄・乾燥エリア540に空気が流出しないようにし、洗浄・乾燥エリア540から搬入・搬出エリア520に空気が流出しないようにし、さらに搬入・搬出エリア520からクリーンルーム内に空気が流出しないようにしている。

【0048】搬入・搬出エリア520には、半導体基板を収容した基板カセットを収納するロードユニット520aとアンロードユニット520bが配置されている。洗浄・乾燥エリア540には、めっき処理後の処理を行う各2基の水洗部541、乾燥部542が配置されると共に、半導体基板の搬送を行う搬送部(搬送ロボット)543が備えられている。ここに水洗部541としては、例えば前端にスポンジがついたペンシル型のものやスポンジ付きローラ形式のものが用いられる。乾燥部5

42としては、例えば半導体基板を高速でスピンさせて脱水、乾燥させる形式のものが用いられる。プロセスエリア530内には、半導体基板のめっきの前処理を行う前処理槽531と、銅めっき処理を行うめっき槽（めっき装置）532が配置されると共に、半導体基板の搬送を行う搬送部（搬送ロボット）533が備えられている。

【0049】図11は、基板処理装置内の気流の流れを示す。洗浄・乾燥エリア540においては、配管546より新鮮な外部空気が取込まれ、高性能フィルタ544を通してファンにより押込まれ、天井540aよりダウンフローのクリーンエアとして水洗部541、乾燥部542の周囲に供給される。供給されたクリーンエアの大部分は、床540bより循環配管545により天井540a側に戻され、再び高性能フィルタ544を通してファンにより押込まれて、洗浄・乾燥エリア540内に循環する。一部の気流は、水洗部541及び乾燥部542内からダクト552を通って排気される。

【0050】プロセスエリア530は、ウェットゾーンといいながらも、半導体基板表面にパーティクルが付着することは許されない。このためプロセスエリア530内に天井530aより、ファンにより押込まれて高性能フィルタ533を通してダウンフローのクリーンエアを流すことにより、半導体基板にパーティクルが付着することを防止している。しかしながら、ダウンフローを形成するクリーンエアの全流量を外部からの給排気に依存すると、膨大な給排気量が必要となる。このため、室内を負圧に保つ程度の排気のみをダクト553よりの外部排気とし、ダウンフローの大部分の気流を、配管534、535を通して循環気流でまかなくしていいる。

【0051】循環気流とした場合に、プロセスエリア530を通過したクリーンエアは、薬液ミストや気体を含むため、これをスクラバ536及びミトセバレータ537、538を通して除去する。これにより天井530a側の循環ダクト534に戻ったエアは、薬液ミストや気体を含まないものとなり、再びファンにより押込まれて高性能フィルタ533を通してプロセスエリア530内にクリーンエアとして循環する。床部530bよりプロセスエリア530内を通ったエアの一部は、ダクト553を通して外部に排出され、薬液ミストや気体を含むエアがダクト553を通して外部に排出される。天井530aのダクト539からは、これらの排気量に見合った新鮮な空気がプロセスエリア530内に負圧に保った程度に供給される。

【0052】上記のように搬入・搬出エリア520、洗浄・乾燥エリア540及びプロセスエリア530のそれぞれの圧力は、

（搬入・搬出エリア520の圧力）>（洗浄・乾燥エリア540の圧力）>（プロセスエリア530の圧力）

に設定されている。従って、シャッター522、524（図10参照）を開放すると、これらのエリア間の空気の流れは、図11に示すように、搬入・搬出エリア520、洗浄・乾燥エリア540及びプロセスエリア530の順に流れる。また、排気はダクト552及び553を通して、図13に示すように、集合排気ダクト554に集められる。

【0053】図12は、基板処理装置がクリーンルーム内に配置された一例を示す外観図である。搬入・搬出エリア520のカセット受渡し口555と操作パネル556のある側面が仕切壁557で仕切られたクリーンルームのクリーン度の高いワーキングゾーン558に露出しており、その他の側面は、クリーン度の低いユーティリティゾーン559に収納されている。

【0054】上記のように、洗浄・乾燥エリア540を搬入・搬出エリア520とプロセスエリア530の間に配置し、搬入・搬出エリア520と洗浄・乾燥エリア540の間及び洗浄・乾燥エリア540とプロセスエリア530の間にはそれぞれ隔壁521を設けたので、ワーキングゾーン558から乾燥した状態でカセット受渡し口555を通して半導体基板配線用の基板処理装置内に搬入される半導体基板は、基板処理装置内でめっき処理され、洗浄・乾燥した状態でワーキングゾーン558に搬出されるので、半導体基板面にはパーティクルやミストが付着することなく、且つクリーンルーム内のクリーン度の高いワーキングゾーン558をパーティクルや薬液や洗浄液ミストで汚染することはない。

【0055】なお、図10及び図11では、基板処理装置が搬入・搬出エリア520、洗浄・乾燥エリア540、プロセスエリア530を具備する例を示したが、プロセスエリア530内又はプロセスエリア530に隣接してCMP装置を配置するエリアを設け、該プロセスエリア530又はCMP装置を配置するエリアと搬入・搬出エリア520の間に洗浄・乾燥エリア540を配置する構成しても良い。要は半導体基板配線用の基板処理装置に半導体基板が乾燥状態で搬入され、めっき処理の終了した半導体基板が洗浄され、乾燥した状態で搬出される構成であればよい。

【0056】図14は、半導体基板配線用の他の基板処理装置の平面構成を示す図である。図示するように、半導体基板配線用の基板処理装置は、半導体基板を搬入する搬入部601、銅めっきを行う銅めっき槽602、水洗浄を行う水洗槽603、604、化学機械研磨（CMP）を行うCMP部605、水洗槽606、607、乾燥槽608及び配線層形成が終了した半導体基板を搬出する搬出部609を具備し、これら各槽に半導体基板を移送する図示しない基板移送手段が1つの装置として配置され、半導体基板配線用の基板処理装置を構成している。

【0057】上記配置構成の基板処理装置において、基

板移送手段により、搬入部601に載置された基板カセット601-1から、配線層が形成されていない半導体基板を取り出し、銅めっき槽602に移送する。該銅めっき槽602において、配線溝や配線孔（コンタクトホール）からなる配線部を含む半導体基板Wの表面上に銅めっき層を形成する。

【0058】前記銅めっき槽602で銅めっき層の形成が終了した半導体基板Wを、基板移送手段で水洗槽603及び水洗槽604に移送し、水洗を行う。続いて該水洗槽の終了した半導体基板Wを基板移送手段でCMP部605に移送し、該CMP部605で、銅めっき層から配線溝や配線孔に形成した銅めっき層を残して半導体基板Wの表面上の銅めっき層を除去する。

【0059】続いて上記のように銅めっき層から配線溝や配線孔からなる配線部に形成した銅めっき層を残して半導体基板Wの表面上の不要の銅めっき層の除去が終了した半導体基板Wを、基板移送手段で水洗槽606及び水洗槽607に送り、水洗浄し、更に水洗浄の終了した半導体基板Wは乾燥槽608で乾燥させ、乾燥の終了した半導体基板Wを配線層の形成の終了した半導体基板として、搬出部609の基板カセット609-1に格納する。

【0060】図15は、半導体基板配線用の他の基板処理装置の平面構成を示す図である。図15に示す基板処理装置が図14に示す装置と異なる点は、銅めっき槽602、水洗槽610、前処理槽611、銅めっき膜の表面に保護膜を形成する蓋めっき槽612、CMP部615、水洗槽613、614を追加し、これらを含め1つの装置として構成した点である。

【0061】上記配置構成の基板処理装置において、配線溝や配線孔（コンタクトホール）からなる配線部を含む半導体基板Wの表面上に銅めっき層を形成する。続いて、CMP部605で銅めっき層から配線溝や配線孔に形成した銅めっき層を残して半導体基板Wの表面上の銅めっき層を除去する。

【0062】続いて、上記のように銅めっき層から配線溝や配線孔からなる配線部に形成した銅めっき層を残して半導体基板Wの表面上の銅めっき層を除去した半導体基板Wを水洗槽610に移送し、ここで水洗浄する。続いて、前処理槽611で、後述する蓋めっきを行うための前処理を行う。該前処理の終了した半導体基板Wを蓋めっき槽612に移送し、蓋めっき槽612で配線部に形成した銅めっき層の上に保護膜を形成する。この保護膜としては、例えばNi-B無電解めっき槽を用いる。保護膜を形成した後、半導体基板Wを水洗槽606、607で水洗浄し、更に乾燥槽608で乾燥させる。そして、銅めっき層上に形成した保護膜の上部をCMP部615で研磨し、平坦化して、水洗槽613、614で水洗浄した後、乾燥槽608で乾燥させ、半導体基板Wを搬出部609の基板カセット609-1に格納する。

【0063】図16は半導体基板配線用の他の基板処理装置の平面構造を示す図である。図示するように、この基板処理装置は、ロボット616を中央に配置し、その周囲のロボットアーム616-1が到達する範囲に銅めっきを行う銅めっき槽602、水洗槽603、水洗槽604、CMP部605、蓋めっき槽612、乾燥槽608及びロード・アンロード部617を配置して1つの装置として構成したものである。なお、ロード・アンロード部617に隣接して半導体基板の搬入部601及び搬出部609が配置されている。

【0064】上記構成の半導体基板配線用の基板処理装置において、半導体基板の搬入部601から配線めっきの済んでいない半導体基板がロード・アンロード部617に移送され、該半導体基板をロボットアーム616-1が受け取り、銅めっき槽602に移送し、該めっき槽で配線溝や配線孔からなる配線部を含む半導体基板の表面上に銅めっき層を形成する。該銅めっき層の形成された半導体基板をロボットアーム616-1によりCMP部605に移送し、該CMP部605で銅めっき層から配線溝や配線孔からなる配線部に形成した銅めっき層を残して半導体基板Wの表面上の余分な銅めっき層を除去する。

【0065】表面の余分な銅めっき層が除去された半導体基板はロボットアーム616-1により、水洗槽604に移送され、水洗処理された後、前処理槽611に移送され、該前処理槽611で蓋めっき用の前処理が行われる。該前処理の終了した半導体基板はロボットアーム616-1により、蓋めっき槽612に移送され、該蓋めっき槽612で、配線溝や配線孔からなる配線部に形成され銅めっき層の上に保護膜を形成する。保護膜が形成された半導体基板はロボットアーム616-1により、水洗槽604に移送されここで水洗処理された後、乾燥槽608に移送され、乾燥した後、ロード・アンロード部617に移送される。該配線めっきの終了した半導体基板は搬出部609に移送される。

【0066】図17は、他の半導体基板処理装置の平面構成を示す図である。この半導体基板処理装置は、ロード・アンロード部701、銅めっきユニット702、第1ロボット703、第3洗浄機704、反転機705、40反転機706、第2洗浄機707、第2ロボット708、第1洗浄機709、第1ポリッシング装置710及び第2ポリッシング装置711を配置した構成である。第1ロボット703の近傍には、めっき前後の膜厚を測定するめっき前後膜厚測定機712、研磨後で乾燥状態の半導体基板Wの膜厚を測定する乾燥状態膜厚測定機713が配置されている。

【0067】第1ポリッシング装置（研磨ユニット）710は、研磨テーブル710-1、トップリング710-2、トップリングヘッド710-3、膜厚測定機710-4、ブッシャー710-5を具備している。第2ボ

リッシング装置（研磨ユニット）711は、研磨テーブル711-1、トップリング711-2、トップリングヘッド711-3、膜厚測定機711-4、ブッシャー711-5を具備している。

【0068】コンタクトホールと配線用の溝が形成され、その上にシード層が形成された半導体基板Wを収容したカセット701-1をロード・アンロード部701のロードポートに載置する。第1ロボット703は、半導体基板Wをカセット701-1から取り出し、銅めっきユニット702に搬入し、銅めっき膜を形成する。その時、めっき前後膜厚測定機712でシード層の膜厚を測定する。銅めっき膜の成膜は、まず半導体基板Wの表面の親水処理を行い、その後銅めっきを行って形成する。銅めっき膜の形成後、銅めっきユニット702でリンス若しくは洗浄を行う。時間に余裕があれば、乾燥してもよい。

【0069】第1ロボット703で銅めっきユニット702から半導体基板Wを取り出したとき、めっき前後膜厚測定機712で銅めっき膜の膜厚を測定する。その測定結果は、記録装置（図示せず）に半導体基板の記録データとして記録され、なお且つ、銅めっきユニット702の異常の判定にも使用される。膜厚測定後、第1ロボット703が反転機705に半導体基板Wを渡し、該反転機705で反転させる（銅めっき膜が形成された面が下になる）。第1ポリッシング装置710、第2ポリッシング装置711による研磨には、シリーズモードとパラレルモードがある。以下、シリーズモードの研磨について説明する。

【0070】シリーズモード研磨は、1次研磨をポリッシング装置710で行い、2次研磨をポリッシング装置711で行う研磨である。第2ロボット708で反転機705上の半導体基板Wを取り上げ、ポリッシング装置710のブッシャー710-5上に半導体基板Wを載せる。トップリング710-2はブッシャー710-5上の該半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル710-1の研磨面に半導体基板Wの銅めっき膜形成面を当接押圧し、1次研磨を行う。該1次研磨では基本的に銅めっき膜が研磨される。研磨テーブル710-1の研磨面は、IC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成されている。該研磨面と半導体基板Wの相対運動で銅めっき膜が研磨される。

【0071】銅めっき膜の研磨終了後、トップリング710-2で半導体基板Wをブッシャー710-5上に戻す。第2ロボット708は、該半導体基板Wを取り上げ、第1洗浄機709に入れる。この時、ブッシャー710-5上にある半導体基板Wの表面及び裏面に薬液を噴射しパーティクルを除去したり、つきにくくしたりすることもある。

【0072】第1洗浄機709において洗浄終了後、第2ロボット708で半導体基板Wを取り上げ、第2ポリ

ッシング装置711のブッシャー711-5上に半導体基板Wを載せる。トップリング711-2でブッシャー711-5上の半導体基板Wを吸着し、該半導体基板Wのバリア層を形成した面を研磨テーブル711-1の研磨面に当接押圧して2次研磨を行う。この2次研磨ではバリア層が研磨される。但し、上記1次研磨で残った銅膜や酸化膜も研磨されるケースもある。

【0073】研磨テーブル711-1の研磨面は、IC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成され、該研磨面と半導体基板Wの相対運動で研磨される。このとき、砥粒若しくはスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられる。薬液は、研磨したい膜種により調整される。

【0074】2次研磨の終点の検知は、光学式の膜厚測定機を用いてバリア層の膜厚を測定し、膜厚が0になったこと又はSiO₂からなる絶縁膜の表面検知を行う。また、研磨テーブル711-1の近傍に設けた膜厚測定機711-4として画像処理機能付きの膜厚測定機を用い、酸化膜の測定を行い、半導体基板Wの加工記録として残したり、2次研磨の終了した半導体基板Wを次の工程に移送できるか否かの判定を行う。また、2次研磨終点に達していない場合は、再研磨を行ったり、なんらかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないよう半導体基板処理装置を停止させる。

【0075】2次研磨終了後、トップリング711-2で半導体基板Wをブッシャー711-5まで移動させる。ブッシャー711-5上の半導体基板Wは第2ロボット708で取り上げる。この時、ブッシャー711-5上で薬液を半導体基板Wの表面及び裏面に噴射してパーティクルを除去したり、つきにくくすることがある。

【0076】第2ロボット708は、半導体基板Wを第2洗浄機707に搬入し、洗浄を行う。第2洗浄機707の構成も第1洗浄機709と同じ構成である。半導体基板Wの表面は、主にパーティクル除去のために、純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて、PVAスポンジロールによりスクラブ洗浄される。半導体基板Wの裏面には、ノズルからDHF等の強い薬液を噴出し、拡散している銅をエッチングしたり、又は拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用いてPVAスポンジロールによるスクラブ洗浄をする。

【0077】上記洗浄の終了後、半導体基板Wを第2ロボット708で取り上げ、反転機706に移し、該反転機706で反転させる。該反転させた半導体基板Wを第1ロボット703で取り上げ第3洗浄機704に入れ。第3洗浄機704では、半導体基板Wの表面に超音波振動により励起されたメガソニック水を噴射して洗浄する。そのとき純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて公知のベンシル型スponジで半導体基板Wの表面を洗浄してもよい。その後、

スピンドルにより、半導体基板Wを乾燥させる。上記のように研磨テーブル711-1の近傍に設けた膜厚測定機711-4で膜厚を測定した場合は、そのままロード・アンロード部701のアンロードポートに載置するカセットに収容する。

【0078】図18は、他の半導体基板処理装置の平面構成を示す図である。この半導体基板処理装置の図17に示す半導体基板処理装置と異なる点は、図17に示す銅めっきユニット702の代わりに蓋めっきユニット750を設けた点である。銅膜を形成した半導体基板Wを収容したカセット701-1は、ロード・アンロード部701に載置される。半導体基板Wは、カセット701-1から取り出され、第1ボリッシング装置710または第2ボリッシング装置711に搬送されて、ここで銅膜の表面が研磨される。この研磨終了後、半導体基板Wは、第1洗浄機709に搬送されて洗浄される。

【0079】第1洗浄機709で洗浄された半導体基板Wは、蓋めっきユニット750に搬送され、ここで銅めっき膜の表面に保護膜が形成され、これによって、銅めっき膜が大気中で酸化することが防止される。蓋めっきを施した半導体基板Wは、第2ロボット708によって蓋めっきユニット750から第2洗浄機707に搬送され、ここで純水または脱イオン水で洗浄される。この洗浄後の半導体基板Wは、ロード・アンロード部701に載置されたカセット701-1に戻される。

【0080】図19は、更に他の半導体基板処理装置の平面構成を示す図である。この半導体基板処理装置の図18に示す半導体基板処理装置と異なる点は、図18に示す第1洗浄機709の代わりにアニールユニット751を設けた点である。前述のようにして、第1ボリッシング装置710または第2ボリッシング装置711で研磨され、第2洗浄機707で洗浄された半導体基板Wは、蓋めっきユニット750に搬送され、ここで銅めっき膜の表面に蓋めっきが施される。この蓋めっきが施された半導体基板Wは、第1ロボット703によって、蓋めっきユニット750から第3洗浄機704に搬送され、ここで洗浄される。

【0081】第1洗浄機709で洗浄された半導体基板Wは、アニールユニット751に搬送され、ここでアニールされる。これによって、銅めっき膜が合金化されて銅めっき膜のエレクトロンマイグレーション耐性が向上する。アニールが施された半導体基板Wは、アニールユニット751から第2洗浄機707に搬送され、ここで純水または脱イオン水で洗浄される。この洗浄後の半導体基板Wは、ロード・アンロード部701に載置されたカセット701-1に戻される。

【0082】図20は、基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。図20において、図17と同一符号を付した部分は、同一又は相当部分を示す。この基板研磨装置は、第1ボリッシング装置710と第2ボリッシ

ング装置711に接近してブッシャーインデクサー725を配置し、第3洗浄機704と銅めっきユニット702の近傍にそれぞれ基板載置台721、722を配置し、第1洗浄機709と第3洗浄機704の近傍にロボット723を配置し、第2洗浄機707と銅めっきユニット702の近傍にロボット724を配置し、更にロード・アンロード部701と第1ロボット703の近傍に乾燥状態膜厚測定機713を配置している。

【0083】上記構成の基板処理装置において、第1ロボット703は、ロード・アンロード部701のロードポートに載置されているカセット701-1から半導体基板Wを取り出し、乾燥状態膜厚測定機713でバリア層及びシード層の膜厚を測定した後、該半導体基板Wを基板載置台721に載せる。なお、乾燥状態膜厚測定機713が、第1ロボット703のハンドに設けられている場合は、そこで膜厚を測定し、基板載置台721に載せる。第2ロボット723で基板載置台721上の半導体基板Wを銅めっきユニット702に移送し、銅めっき膜を成膜する。銅めっき膜の成膜後、めっき前後膜厚測定機712で銅めっき膜の膜厚を測定する。その後、第2ロボット723は、半導体基板Wをブッシャーインデクサー725に移送し搭載する。

【0084】〔シリーズモード〕シリーズモードでは、トップリングヘッド710-2がブッシャーインデクサー725上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル710-1に移送し、研磨テーブル710-1上の研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行う。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wはトップリングヘッド710-2でブッシャーインデクサー725に移送され搭載される。第2ロボット723で半導体基板Wを取り出し、第1洗浄機709に搬入し洗浄し、続いてブッシャーインデクサー725に移送し搭載する。

【0085】トップリングヘッド711-2がブッシャーインデクサー725上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル711-1に移送し、その研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行う。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wは、トップリングヘッド711-2でブッシャーインデクサー725に移送され搭載される。第3ロボット724は、半導体基板Wを取り上げ、膜厚測定機726で膜厚を測定した後、第2洗浄機707に搬入し洗浄する。続いて第3洗浄機704に搬入し、ここで洗浄した後にスピンドライで乾燥を行い、その後、第3ロボット724で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台722上に載せる。

【0086】〔パラレルモード〕パラレルモードでは、トップリングヘッド710-2又は711-2がブッシャーインデクサー725上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル710-1又は711-1に移送し、研磨テーブル710-1又は711-1上の研磨面に該半導体

基板Wを押圧してそれぞれ研磨を行う。膜厚を測定した後、第3ロボット724で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台722上に載せる。第1ロボット703は、基板載置台722上の半導体基板Wを乾燥状態膜厚測定機713に移送し、膜厚を測定した後、ロード・アンロード部701のカセット701-1に戻す。

【0087】図21は、基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。この基板処理装置では、シード層が形成されていない半導体基板Wに、シード層及び銅めっき膜を形成し、研磨して回路配線を形成する基板処理装置である。この基板研磨装置は、第1ボリッシング装置710と第2ボリッシング装置711に接近してブッシャーインデクサー725を配置し、第2洗浄機707とシード層成膜ユニット727の近傍にそれぞれ基板載置台721、722を配置し、シード層成膜ユニット727と銅めっきユニット702に接近してロボット723を配置し、第1洗浄機709と第2洗浄機707の近傍にロボット724を配置し、更にロード・アンロード部701と第1ロボット703の近傍に乾燥膜厚測定機713を配置している。

【0088】第1ロボット703でロード・アンロード部701のロードポートに載置されているカセット701-1から、バリア層が形成されている半導体基板Wを取り出して基板載置台721に載せる。次に第2ロボット723は、半導体基板Wをシード層成膜ユニット727に搬送し、シード層を成膜する。このシード層の成膜は無電解めっきで行う。第2ロボット723は、シード層の形成された半導体基板をめっき前後膜厚測定機712でシード層の膜厚を測定する。膜厚測定後、銅めっきユニット702に搬入し、銅めっき膜を形成する。

【0089】銅めっき膜を形成後、その膜厚を測定し、ブッシャーインデクサー725に移送する。トップリング710-2又は711-2は、ブッシャーインデクサー725上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル710-1又は711-1に移送し研磨する。研磨後、トップリング710-2又は711-2は、半導体基板Wを膜厚測定機710-4又は711-4に移送し、膜厚を測定し、ブッシャーインデクサー725に移送して載せる。

【0090】次に、第3ロボット724は、ブッシャーインデクサー725から半導体基板Wを取り上げ、第1洗浄機709に搬入する。第3ロボット724は、第1洗浄機709から洗浄された半導体基板Wを取り上げ、第2洗浄機707に搬入し、洗浄し乾燥した半導体基板を基板載置台722上に載置する。次に、第1ロボット703は、半導体基板Wを取り上げ乾燥状態膜厚測定機713で膜厚を測定し、ロード・アンロード部701のアンロードポートに載置されているカセット701-1に収納する。

【0091】図21に示す基板処理装置においても、回

路パターンのコンタクトホール又は溝が形成された半導体基板W上にバリア層、シード層及び銅めっき膜を形成して、研磨して回路配線を形成することができる。バリア層形成前の半導体基板Wを収容したカセット701-1を、ロード・アンロード部701のロードポートに載置する。そして、第1ロボット703でロード・アンロード部701のロードポートに載置されているカセット701-1から、半導体基板Wを取り出して基板載置台721に載せる。次に、第2ロボット723は、半導体基板Wをシード層成膜ユニット727に搬送し、バリア層とシード層を成膜する。このバリア層とシード層の成膜は、無電解めっきで行う。第2ロボット723は、めっき前後膜厚測定機712で半導体基板Wに形成されたバリア層とシード層の膜厚を測定する。膜厚測定後、銅めっきユニット702に搬入し、銅めっき膜を形成する。

【0092】図22は、基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。この基板処理装置は、バリア層成膜ユニット811、シード層成膜ユニット812、めっきユニット813、アニールユニット814、第1洗浄ユニット815、ペベル・裏面洗浄ユニット816、蓋めっきユニット817、第2洗浄ユニット818、第1アライナ兼膜厚測定器841、第2アライナ兼膜厚測定器842、第1基板反転機843、第2基板反転機844、基板仮置き台845、第3膜厚測定器846、ロード・アンロード部820、第1ボリッシング装置821、第2ボリッシング装置822、第1ロボット831、第2ロボット832、第3ロボット833、第4ロボット834を配置した構成である。なお、膜厚測定器841、842、846はユニットになっており、他のユニット（めっき、洗浄、アニール等のユニット）の間口寸法と同一サイズにしているため、入れ替え自在である。この例では、バリア層成膜ユニット811は、無電解Ruめっき装置、シード層成膜ユニット812は、無電解銅めっき装置、めっきユニット813は、電解めっき装置を用いることができる。

【0093】図23は、この基板処理装置内の各工程の流れを示すフローチャートである。このフローチャートにしたがって、この装置内の各工程について説明する。先ず、第1ロボット831によりロード・アンロードユニット820に載置されたカセット820aから取り出された半導体基板は、第1アライナ兼膜厚測定ユニット841内に被めっき面を上にして配置される。ここで、膜厚計測を行うポジションの基準点を定めるために、膜厚計測用のノッチアライメントを行った後、銅膜形成前の半導体基板の膜厚データを得る。

【0094】次に、半導体基板は、第1ロボット831により、バリア層成膜ユニット811へ搬送される。このバリア層成膜ユニット811は、無電解Ruめっきにより半導体基板上にバリア層を形成する装置で、半導体

21

装置の層間絶縁膜（例えば、 SiO_2 ）への銅拡散防止膜としてRuを成膜する。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第1ロボット831により第1アライナ兼膜厚測定ユニット841に搬送され、半導体基板の膜厚、即ちバリア層の膜厚を測定される。

【0095】膜厚測定された半導体基板は、第2ロボット832でシート層成膜ユニット812へ搬入され、前記バリア層上に無電解銅めっきによりシード層が成膜される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第2ロボット832により含浸めっきユニットであるめっきユニット813に搬送される前に、ノッチ位置を定めるために第2アライナ兼膜厚測定器842に搬送され、銅めっき用のノッチのアライメントを行う。ここで、必要に応じて銅膜形成前の半導体基板の膜厚を再計測してもよい。

【0096】ノッチアライメントが完了した半導体基板は、第3ロボット833によりめっきユニット813へ搬送され、銅めっきが施される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第3ロボット833により半導体基板端部の不要な銅膜（シード層）を除去するためにペベル・裏面洗浄ユニット816へ搬送される。ペベル・裏面洗浄ユニット816では、予め設定された時間でペベルのエッティングを行うとともに、半導体基板裏面に付着した銅をフッ酸等の薬液により洗浄する。この時、ペベル・裏面洗浄ユニット816へ搬送する前に、第2アライナ兼膜厚測定器842にて半導体基板の膜厚測定を実施して、めっきにより形成された銅膜厚の値を得ておき、その結果により、ペベルのエッティング時間を任意に変えてエッティングを行っても良い。なお、ペベルエッティングによりエッティングされる領域は、基板の周縁部であって回路が形成されない領域、または回路が形成されていても最終的にチップとして利用されない領域である。この領域にはペベル部分が含まれる。

【0097】ペベル・裏面洗浄ユニット816で洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第3ロボット833で基板反転機843に搬送され、該基板反転機843にて反転され、被めっき面を下方に向かた後、第4ロボット834により配線部を安定化させるためにアニールユニット814へ投入される。アニール処理前及び／又は処理後、第2アライナ兼膜厚測定ユニット842に搬入し、半導体基板に形成された、銅膜の膜厚を計測する。この後、半導体基板は、第4ロボット834により第1ポリッシング装置821に搬入され、半導体基板の銅層、シード層の研磨を行う。

【0098】この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第1ポリッシング終了後、半導体基板は、第4ロボット834により第1洗浄ユニット815に搬送され、洗浄される。この洗浄は、半導体基板直径とほぼ同じ長さを有するロールを半導体

22

基板の表面と裏面に配置し、半導体基板及びロールを回転させつつ、純水又は脱イオン水を流しながら洗浄するスクラブ洗浄である。

【0099】第1の洗浄終了後、半導体基板は、第4ロボット834により第2ポリッシング装置822に搬入され、半導体基板上のバリア層が研磨される。この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第2ポリッシング終了後、半導体基板は、第4ロボット834により、再度第1洗浄ユニット815に搬送され、スクラブ洗浄される。洗浄終了後、半導体基板は、第4ロボット834により第2基板反転機844に搬送され反転されて、被めっき面を上方に向かられ、更に第3ロボット833により基板仮置き台845に置かれる。

【0100】半導体基板は、第2ロボット832により基板仮置き台845から蓋めっきユニット817に搬送され、銅の大気による酸化防止を目的に銅面上にニッケル・ポロンめっきを行う。蓋めっきが施された半導体基板は、第2ロボット832により蓋めっきユニット817から第3膜厚測定器846に搬入され、銅膜厚が測定される。その後、半導体基板は、第1ロボット831により第2洗浄ユニット818に搬入され、純水又は脱イオン水により洗浄される。洗浄が終了した半導体基板は、台1ロボット831によりロード・アンロード部820に載置されたカセット820a内に戻される。アライナ兼膜厚測定器841及びアライナ兼膜厚測定器842は、基板ノッチ部分の位置決め及び膜厚の測定を行う。

【0101】ペベル・裏面洗浄ユニット816は、エッジ（ペベル）銅エッティングと裏面洗浄が同時にに行え、また基板表面の回路形成部の銅の自然酸化膜の成長を抑えることが可能である。図24に、ペベル・裏面洗浄ユニット816の概略図を示す。図24に示すように、ペベル・裏面洗浄ユニット816は、有底円筒状の防水カバー920の内部に位置して基板Wをフェースアップでその周縁部の円周方向に沿った複数箇所でスピンドルチャック921により水平に保持して高速回転させる基板保持部922と、この基板保持部922で保持された基板Wの表面側のほぼ中央部上方に配置されたセンタノズル924と、基板Wの周縁部の上方に配置されたエッジノズル926とを備えている。センタノズル924及びエッジノズル926は、それぞれ下向きで配置されている。また基板Wの裏面側のほぼ中央部の下方に位置して、バックノズル928が上向きで配置されている。前記エッジノズル926は、基板Wの直径方向及び高さ方向を移動自在に構成されている。

【0102】このエッジノズル926の移動幅しは、基板の外周端面から中心部方向に任意の位置決めが可能になっていて、基板Wの大きさや使用目的等に合わせて、

50

設定値の入力を行う。通常、2 mmから5 mmの範囲でエッジカット幅Cを設定し、裏面から表面への液の回り込み量が問題にならない回転数以上であれば、その設定されたカット幅C内の銅膜を除去することができる。

【0103】次に、この洗浄装置による洗浄方法について説明する。まず、スピニチャック921を介して基板を基板保持部922で水平に保持した状態で、半導体基板Wを基板保持部922と一緒に水平回転させる。この状態で、センタノズル924から基板Wの表面側の中央部に酸溶液を供給する。この酸溶液としては非酸化性の酸であればよく、例えばフッ酸、塩酸、硫酸、クエン酸、磷酸等を用いる。一方、エッジノズル926から基板Wの周縁部に酸化剤溶液を連続的または間欠的に供給する。この酸化剤溶液としては、オゾン水、過酸化水素水、硝酸水、次亜塩素酸ナトリウム水等のいずれかを用いるか、またはそれらの組み合わせを用いる。

【0104】これにより、半導体基板Wの周縁部のエッジカット幅Cの領域では上面及び端面に成膜された銅膜等は酸化剤溶液で急速に酸化され、同時にセンタノズル924から供給されて基板の表面全面に拡がる酸溶液によってエッティングされ溶解除去される。このように、基板周縁部で酸溶液と酸化剤溶液を混合させることで、予めそれらの混合水をノズルから供給するのに比べて急峻なエッティングプロフィールを得ることができる。このときそれらの濃度により銅のエッティングレートが決定される。また、基板の表面の回路形成部に銅の自然酸化膜が形成されていた場合、この自然酸化物は基板の回転に伴って基板の表面全面に亘って広がる酸溶液で直ちに除去されて成長することはない。なお、センタノズル924からの酸溶液の供給を停止した後、エッジノズル926からの酸化剤溶液の供給を停止することで、表面に露出しているシリコンを酸化して、銅の付着を抑制することができる。

【0105】一方、バックノズル928から基板の裏面中央部に酸化剤溶液とシリコン酸化膜エッティング剤とを同時または交互に供給する。これにより半導体基板Wの裏面側に金属状で付着している銅等を基板のシリコンごと酸化剤溶液で酸化しシリコン酸化膜エッティング剤でエッティングして除去することができる。なおこの酸化剤溶液としては表面に供給する酸化剤溶液と同じものにする方が薬品の種類を少なくする上で好ましい。またシリコン酸化膜エッティング剤としては、フッ酸を用いることができ、基板の表面側の酸溶液もフッ酸を用いると薬品の種類を少なくすることができる。これにより、酸化剤供給を先に停止すれば疎水面が得られ、エッティング剤溶液を先に停止すれば飽水面（親水面）が得られて、その後のプロセスの要求に応じた裏面に調整することもできる。

【0106】このように酸溶液すなわちエッティング液を基板に供給して、基板Wの表面に残留する金属イオンを

除去した後、更に純水を供給して、純水置換を行ってエッティング液を除去し、その後、スピニ乾燥を行う。このようにして半導体基板表面の周縁部のエッジカット幅C内の銅膜の除去と裏面の銅汚染除去を同時に行って、この処理を、例えば80秒以内に完了させることができ。なお、エッジのエッジカット幅を任意（2 mm～5 mm）に設定することが可能であるが、エッティングに要する時間はカット幅に依存しない。

【0107】めっき後のCMP工程前に、アニール処理を行うことが、この後のCMP処理や配線の電気特性に対して良い効果を示す。アニール無しでCMP処理後に幅の広い配線（数μm単位）の表面を観察するとマイクロボイドのような欠陥が多数見られ、配線全体の電気抵抗を増加させたが、アニールを行うことでこの電気抵抗の増加は改善された。アニール無しの場合に、細い配線にはボイドが見られなかったことより、粒成長の度合いが関わっていると考えられる。つまり、細い配線では粒成長が起こりにくいか、幅の広い配線では粒成長に伴い、アニール処理に伴うグレン成長の過程で、めっき膜中のSEM（走査型電子顕微鏡）でも見えないほどの超微細ボアが集結しつつ上へ移動することで配線上部にマイクロボイド用の凹みが生じたという推測ができる。アニールユニットのアニール条件としては、ガスの雰囲気は水素を添加（2%以下）、温度は300～400°C程度で1～5分間で上記の効果が得られた。

【0108】図27及び図28は、アニールユニット814を示すものである。このアニールユニット814は、半導体基板Wを出し入れするゲート1000を有するチャンバ1002の内部に位置して、半導体基板Wを、例えば400°Cに加熱するホットプレート1004と、例えば冷却水を流して半導体基板Wを冷却するクールプレート1006が上下に配置されている。また、クールプレート1006の内部を貫通して上下方向に延び、上端に半導体基板Wを載置保持する複数の昇降ピン1008が昇降自在に配置されている。更に、アニール時に半導体基板Wとホットプレート1008との間に酸化防止用のガスを導入するガス導入管1010と、該ガス導入管1010から導入され、半導体基板Wとホットプレート1004との間を流れたガスを排氣するガス排氣管1012がホットプレート1004を挟んで互いに対峙する位置に配置されている。

【0109】ガス導入管1010は、内部にフィルタ1014aを有するN₂ガス導入路1016内を流れるN₂ガスと、内部にフィルタ1014bを有するH₂ガス導入路1018内を流れるH₂ガスとを混合器1020で混合し、この混合器1020で混合したガスが流れる混合ガス導入路1022に接続されている。

【0110】これにより、ゲート1000を通じてチャンバ1002の内部に搬入した半導体基板Wを昇降ピン1008で保持し、昇降ピン1008を該昇降ピン10

0.8で保持した半導体基板Wとホットプレート1004との距離が、例えば0.1~1.0mm程度となるまで上昇させる。この状態で、ホットプレート1004を介して半導体基板Wを、例えば400°Cとなるように加熱し、同時にガス導入管1010から酸化防止用のガスを導入して半導体基板Wとホットプレート1004との間を流してガス排気管1012から排気する。これによって、酸化を防止しつつ半導体基板Wをアニールし、このアニールを、例えば数十秒~60秒程度継続してアニールを終了する。基板の加熱温度は100~600°Cが選択される。

【0111】アニール終了後、昇降ビン1008を該昇降ビン1008で保持した半導体基板Wとクールプレート1006との距離が、例えば0~0.5mm程度となるまで下降させる。この状態で、クールプレート1006内に冷却水を導入することで、半導体基板Wの温度が100°C以下となるまで、例えば10~60秒程度、半導体基板を冷却し、この冷却終了後の半導体基板を次工程に搬送する。なお、この例では、酸化防止用のガスとして、N₂ガスと数%のH₂ガスを混合した混合ガスを流すようにしているが、N₂ガスのみを流すようにしてもよい。

【0112】図25は、無電解めっき装置の概略構成図である。図25に示すように、この無電解めっき装置は、被めっき部材である半導体基板Wをその上面に保持する保持手段911と、保持手段911に保持された半導体基板Wの被めっき面（上面）の周縁部に当接して該周縁部をシールする堰部材931と、堰部材931でその周縁部をシールされた半導体基板Wの被めっき面にめっき液を供給するシャワーへッド941を備えている。無電解めっき装置は、さらに保持手段911の上部外周近傍に設置されて半導体基板Wの被めっき面に洗浄液を供給する洗浄液供給手段951と、排出された洗浄液等（めっき廃液）を回収する回収容器961と、半導体基板W上に保持しためっき液を吸引して回収するめっき液回収ノズル965と、前記保持手段911を回転駆動するモータMとを備えている。以下、各部材について説明する。

【0113】保持手段911は、その上面に半導体基板Wを載置して保持する基板載置部913を設けている。この基板載置部913は、半導体基板Wを載置して固定するように構成されており、具体的には半導体基板Wをその裏面側に真空吸着する図示しない真空吸着機構を設置している。一方、基板載置部913の裏面側には、面状であって半導体基板Wの被めっき面を下面側から暖めて保温する裏面ヒータ915が設置されている。この裏面ヒータ915は、例えばラバーヒータによって構成されている。この保持手段911は、モータMによって回転駆動されると共に、図示しない昇降手段によって上下動できるように構成されている。堰部材931は、筒状

であってその下部に半導体基板Wの外周縁をシールするシール部933を設け、図示の位置から上下動しないよう設置されている。

【0114】シャワーへッド941は、先端に多数のノズルを設けることで、供給されためっき液をシャワー状に分散して半導体基板Wの被めっき面に略均一に供給する構造のものである。また洗浄液供給手段951は、ノズル953から洗浄液を噴出する構造である。めっき液回収ノズル965は、上下動且つ旋回できるように構成されていて、その先端が半導体基板Wの上面周縁部の堰部材931の内側に下降して半導体基板W上のめっき液を吸引するように構成されている。

【0115】次に、この無電解めっき装置の動作を説明する。まず図示の状態よりも保持手段911を下降して堰部材931との間に所定寸法の隙間を設け、基板載置部913に半導体基板Wを載置・固定する。半導体基板Wとしては例えば約8インチ基板を用いる。次に、保持手段911を上昇して図示のようにその上面を堰部材931の下面に当接させ、同時に半導体基板Wの外周を堰部材931のシール部933によってシールする。このとき半導体基板Wの表面は開放された状態となっている。

【0116】次に、裏面ヒータ915によって半導体基板W自体を直接加熱して、例えば半導体基板Wの温度を70°Cにし（めっき終了まで維持する）、次に、シャワーへッド941から、例えば50°Cに加熱されためっき液を噴出して半導体基板Wの表面の略全体にめっき液を降り注ぐ。半導体基板Wの表面は、堰部材931によって囲まれているので、注入しためっき液は全て半導体基板Wの表面に保持される。供給するめっき液の量は、半導体基板Wの表面に1mm厚（約30ml）となる程度の少量で良い。なお被めっき面上に保持するめっき液の深さは10mm以下であれば良く、この例のように1mmでも良い。この例のように供給するめっき液が少量で済めばこれを加熱する加熱装置も小型のもので良くなる。そしてこの例においては、半導体基板Wの温度を70°Cに、めっき液の温度を50°Cに加熱しているので、半導体基板Wの被めっき面は例えば60°Cになり、この例におけるめっき反応に最適な温度にできる。このように半導体基板W自体を加熱するように構成すれば、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど高く昇温しなくても良いので、消費電力の低減化やめっき液の材質変化の防止が図れ、好適である。なお半導体基板W自体の加熱のための消費電力は小さくて良く、また半導体基板W上に溜めるめっき液の量は少ないので、裏面ヒータ915による半導体基板Wの保温は容易に行え、裏面ヒータ915の容量は小さくて良く装置のコンパクト化を図ることができる。また半導体基板W自体を直接冷却する手段を用いれば、めっき中に加熱・冷却を切替えてめっき条件を変化させることも可能であ

る。半導体基板上に保持されているめっき液は少量なので、感度良く温度制御が行える。

【0117】そして、モータMによって半導体基板Wを瞬時回転させて被めっき面の均一な液濡れを行い、その後半導体基板Wを静止した状態で被めっき面のめっきを行う。具体的には、半導体基板Wを1secだけ100 rpm以下で回転して半導体基板Wの被めっき面上をめっき液で均一に濡らし、その後静止させて1min間無電解めっきを行わせる。なお瞬時回転時間は長くとも10sec以下とする。

【0118】上記めっき処理が完了した後、めっき液回収ノズル965の先端を半導体基板Wの表面周縁部の堰部材931の内側近傍に下降し、めっき液を吸い込む。このとき半導体基板Wを例えば100rpm以下の回転速度で回転させれば、半導体基板W上に残っためっき液を遠心力で半導体基板Wの周縁部の堰部材931の部分に集めることができ、効率良く、且つ高い回収率でめっき液の回収ができる。そして保持手段911を下降させて半導体基板Wを堰部材931から離し、半導体基板Wの回転を開始して洗浄液供給手段951のノズル953から洗浄液（超純水）を半導体基板Wの被めっき面に噴射して被めっき面を冷却すると同時に希釈化・洗浄することで無電解めっき反応を停止させる。このときノズル953から噴射される洗浄液を堰部材931にも当てることで堰部材931の洗浄を同時に行っても良い。このときのめっき廃液は、回収容器961に回収され、廃棄される。

【0119】なお、一度使用しためっき液は再利用せず、使い捨てとする。前述のようにこの装置において使用されるめっき液の量は従来に比べて非常に少なくできるので、再利用しなくても廃棄するめっき液の量は少ない。なお場合によってはめっき液回収ノズル965を設置しないで、使用後のめっき液も洗浄液と共にめっき廃液として回収容器961に回収しても良い。そしてモータMによって半導体基板Wを高速回転してスピンドル乾燥した後、保持手段911から取り出す。

【0120】図26は、他の無電解めっき装置の概略構成図である。図26において、前記の例と相違する点は、保持手段911内に裏面ヒータ915を設ける代わりに、保持手段911の上方にランプヒータ（加熱手段）917を設置し、このランプヒータ917とシャワーヘッド941-2とを一体化した点である。即ち、例えば複数の半径の異なるリング状のランプヒータ917を中心円状に設置し、ランプヒータ917の間の隙間からシャワーヘッド941-2の多数のノズル943-2をリング状に開口させている。なおランプヒータ917としては、渦巻状の一本のランプヒータで構成しても良いし、さらにそれ以外の各種構造・配置のランプヒータで構成しても良い。

【0121】このように構成しても、めっき液は、各ノ

ズル943-2から半導体基板Wの被めっき面上にシャワー状に略均等に供給でき、またランプヒータ917によって半導体基板Wの加熱・保温も直接均一に行える。ランプヒータ917の場合、半導体基板Wとめっき液の他に、その周囲の空気をも加熱するので半導体基板Wの保温効果もある。

【0122】なおランプヒータ917によって半導体基板Wを直接加熱するには、比較的大きい消費電力のランプヒータ917が必要になるので、その代わりに比較的小さい消費電力のランプヒータ917と前記図25に示す裏面ヒータ915とを併用して、半導体基板Wは主として裏面ヒータ915によって加熱し、めっき液と周囲の空気の保温は主としてランプヒータ917によって行うようにしても良い。また前述の実施例と同様に、半導体基板Wを直接、または間接的に冷却する手段をも設けて、温度制御を行っても良い。

【0123】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、基板の処理面に積極的に新液を供給することで、処理面には常に新鮮な液が接触するようにして再汚染を防止するとともに、処理面の汚染物や溶解したイオンの基板表面からの離脱を早めて、基板を効率よく短時間で処理し、しかも、基板の処理面の外周部をシールすることで、基板の裏面の汚染を有効に防止することができる。更に、基板ホルダと噴射ノズルとを相対的に回転及び／または上下動させることで、基板処理面に作用する圧力を緩和するとともに、処理液を均一に基板の処理面の全面に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】銅めっきにより銅配線を形成する例を工程順に示す図である。

【図2】本発明の実施の形態の基板処理装置の断面図である。

【図3】図2に示す基板処理装置を無電解めっきの前処理装置に利用して、銅配線を形成するようにしためっき装置の全体構成を示す配置図である。

【図4】図2に示す基板処理装置を無電解めっきの前処理装置に利用して、保護膜を形成する一連のめっき処理（蓋めっき処理）を行うめっき装置の全体構成を示す配置図である。

【図5】本発明の実施の形態の基板処理装置のノズルヘッドの他の例を示す正面図である。

【図6】図5のノズルヘッドを示す平面図である。

【図7】(a)は、図5において、噴射ノズルとして全て扇形ノズルを使用して無電解めっき前処理を行った時の基板（ウエハ）の処理面の状態を示す図で、(b)は、噴射ノズルとして、中央に位置するものに円錐ノズルを、他のものに扇形ノズルをそれぞれ使用して無電解めっき前処理を行った時の基板（ウエハ）の処理面の状態を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態の基板処理装置のノズルヘッドの更に他の例を示す平面図である。

【図9】ノズルヘッドとして、図8に示すものを使用して無電解めっき前処理を行った時の基板(ウエハ)の全面に亘るシート抵抗を実線で、直線状のものを使用して無電解めっき前処理を行った時の基板(ウエハ)の全面に亘るシート抵抗を波線でそれぞれ示すグラフである。

【図10】一連の基板の処理を行う基板処理装置を示す平面配置図である。

【図11】図10に示す基板処理装置内の気流の流れを示す図である。

【図12】図10に示す基板処理装置の各エリア間の空気の流れを示す図である。

【図13】図10に示す基板処理装置をクリーンルーム内に配置した一例を示す外観図である。

【図14】一連の基板の処理を行う基板処理装置の他の例を示す平面配置図である。

【図15】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図16】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図17】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図18】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図19】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図20】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図21】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図22】一連の基板の処理を行う基板処理装置の更に他の例を示す平面配置図である。

【図23】図22に示す基板処理装置における各工程の流れを示すフローチャートである。

【図24】ペベル・裏面洗浄ユニットを示す概要図である。

【図25】無電解めっき装置の一例を示す概要図である

*る。

【図26】無電解めっき装置の他の例を示す概要図である。

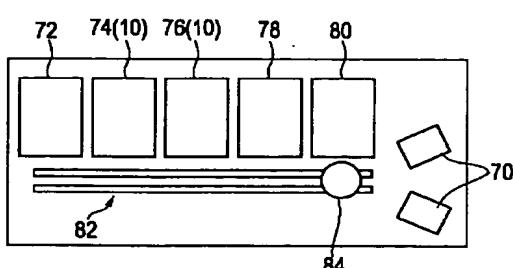
【図27】アニールユニットの一例を示す縦断正面図である。

【図28】図27の平断面図である。

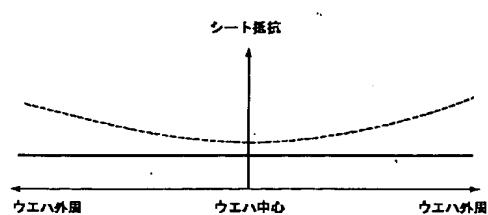
【符号の説明】

- 7 銅層
- 8 配線
- 9 保護膜
- 10 基板処理装置(無電解めっき前処理装置)
- 12 基板ホルダ
- 14 ハウジング
- 14a 爪部
- 16 基板押え
- 18 シールリング
- 20 回転モータ
- 24 上下動モータ
- 28 上下動アーム
- 32 昇降板
- 36 押圧ロッド
- 40 噴射ノズル
- 40a 円錐ノズル
- 40b 扇形ノズル
- 42 ノズルヘッド
- 46 処理槽
- 70 ロード・アンロード部
- 72 前処理装置
- 74 Pd付着装置(無電解めっき前処理装置)
- 76 無電解めっき前処理装置
- 78 無電解めっき装置
- 92a, 92b ロード・アンロード部
- 94 吸着化処理装置(無電解めっき前処理装置)
- 96 置換処理装置(無電解めっき前処理装置)
- 98 無電解めっき装置
- 100 電解めっき装置
- 102 ペベルエッチ装置

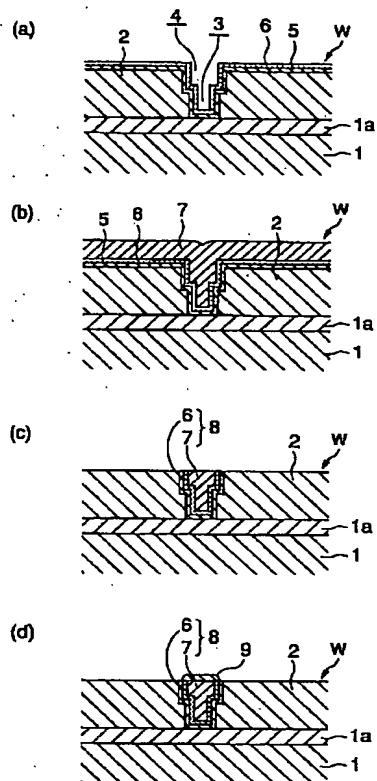
【図4】



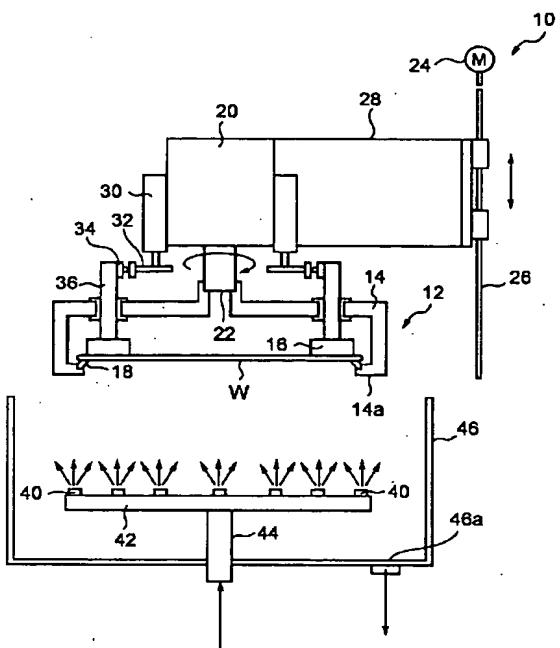
【図9】



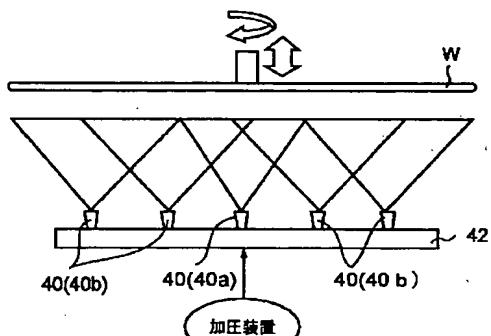
【図1】



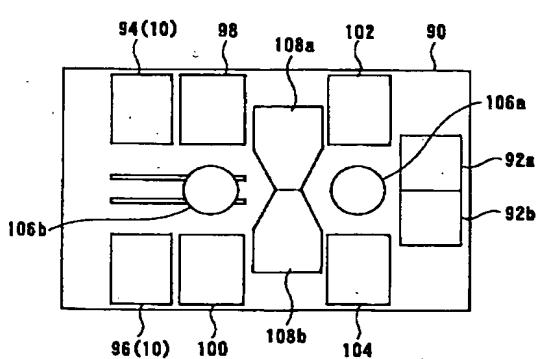
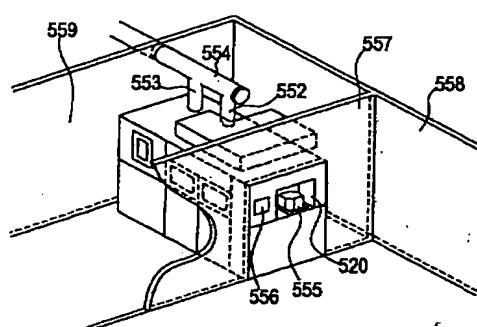
【図2】



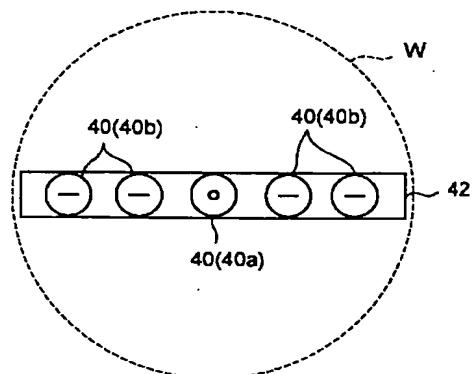
【図5】



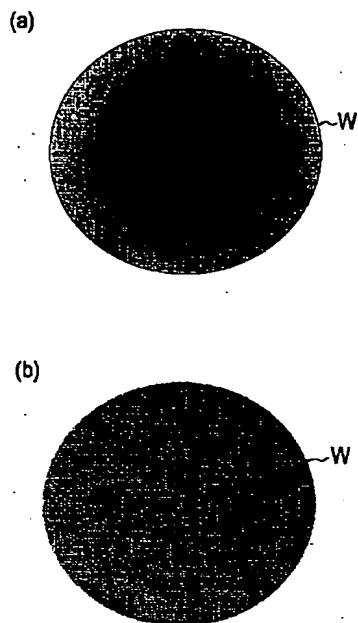
【図13】



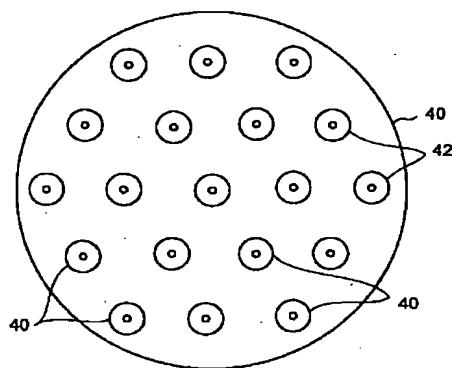
【図6】



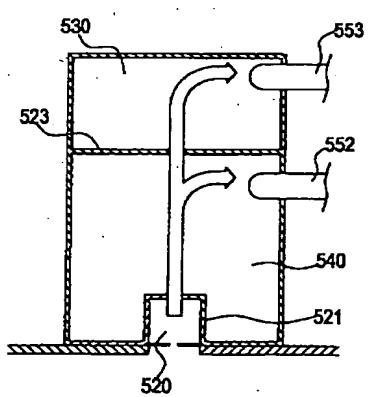
【図7】



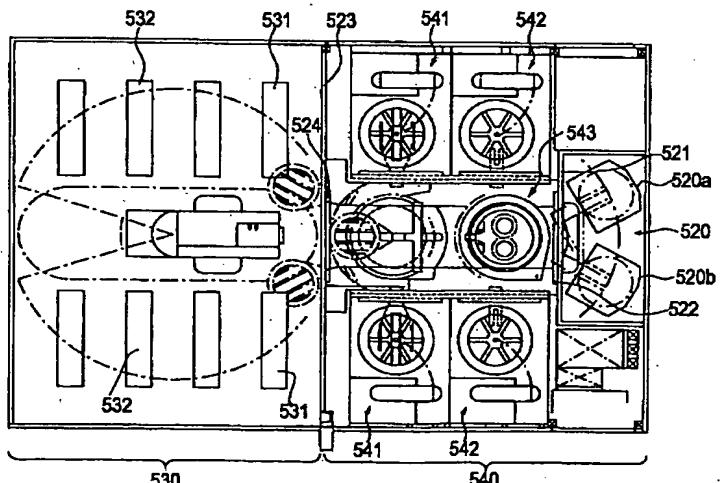
【図8】



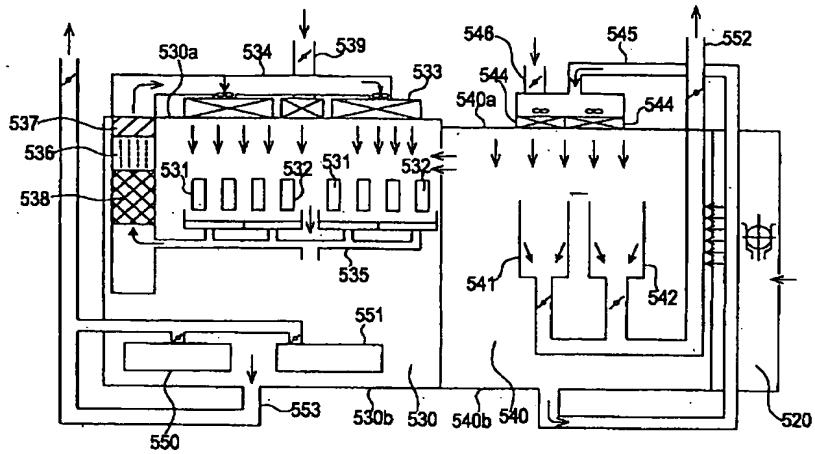
【図12】



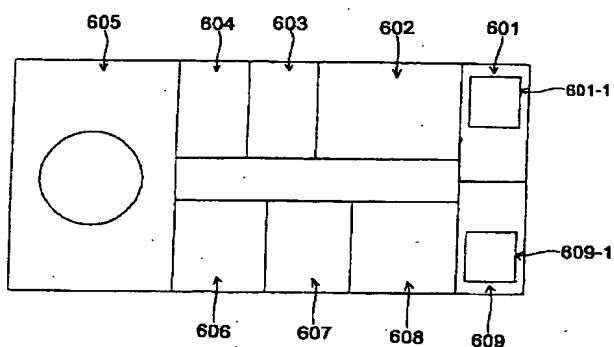
【図10】



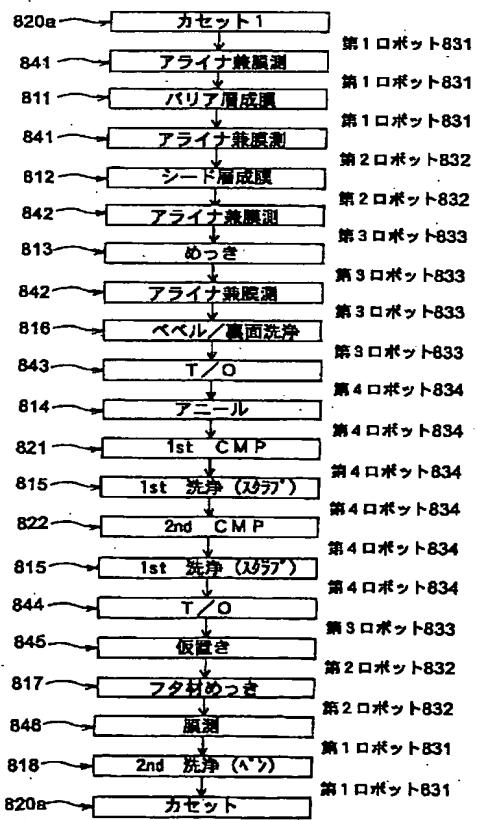
【図11】



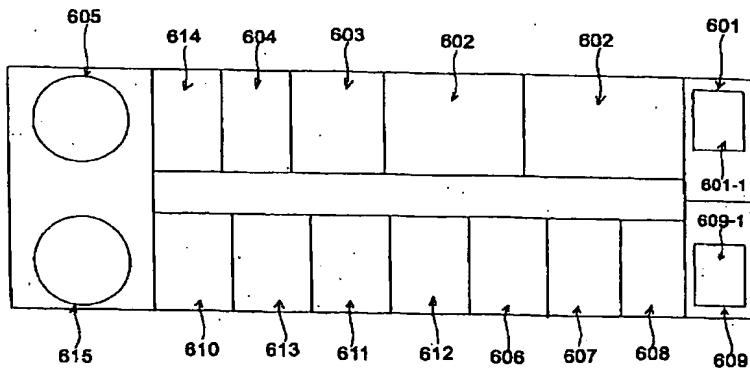
【図14】



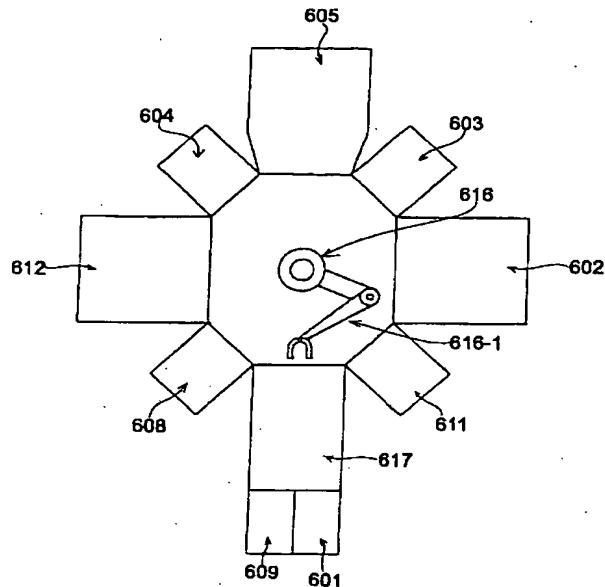
【図23】



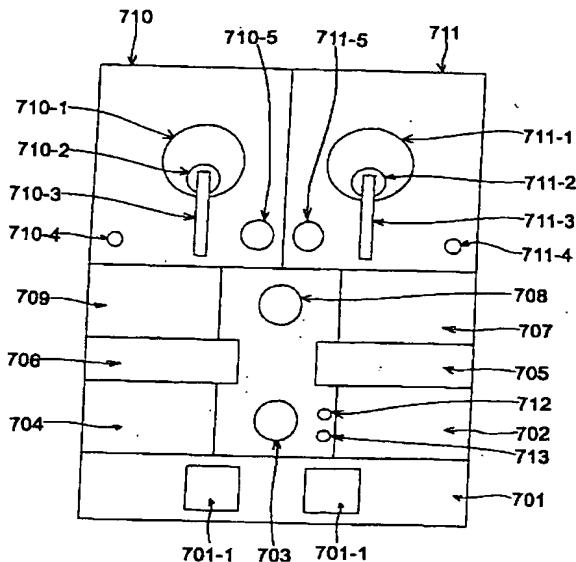
【図15】



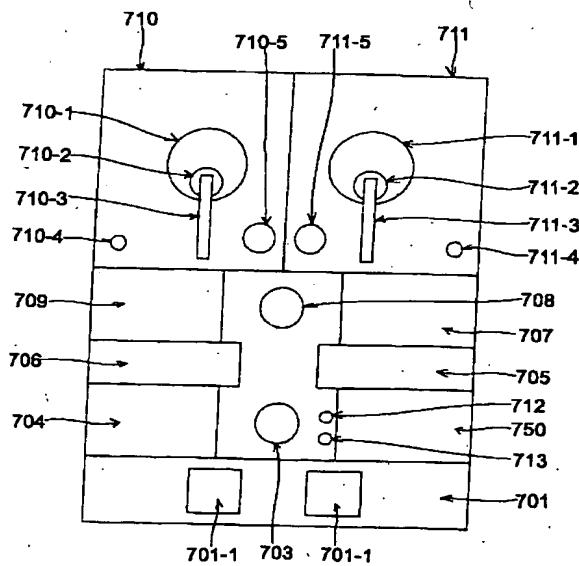
【図16】



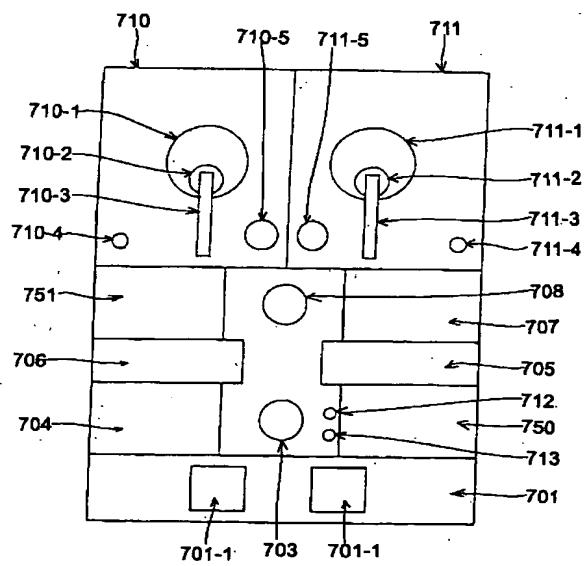
【図17】



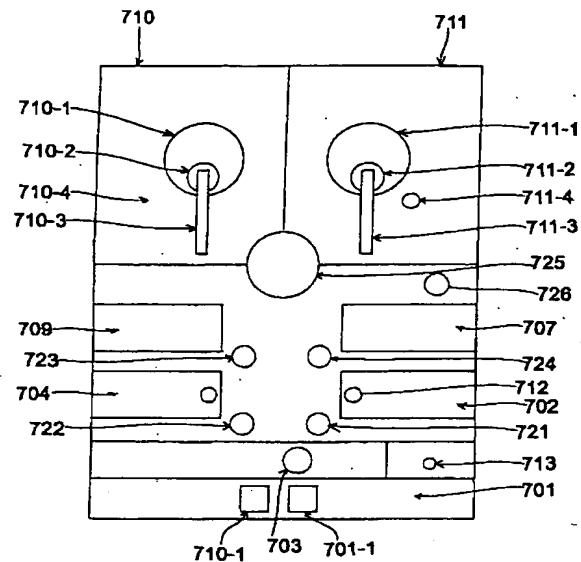
【図18】



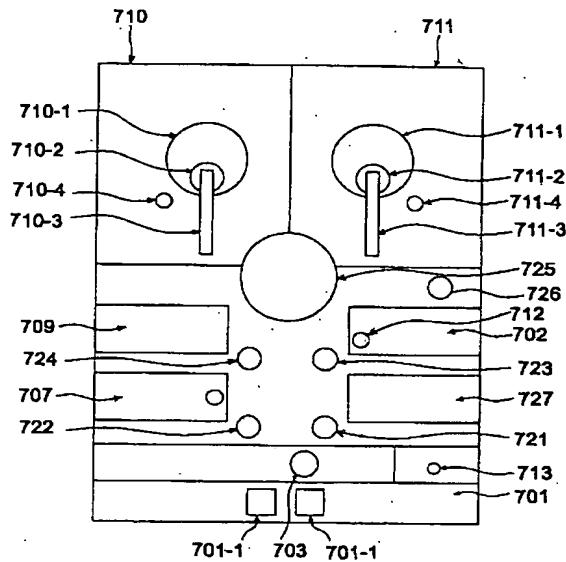
【図19】



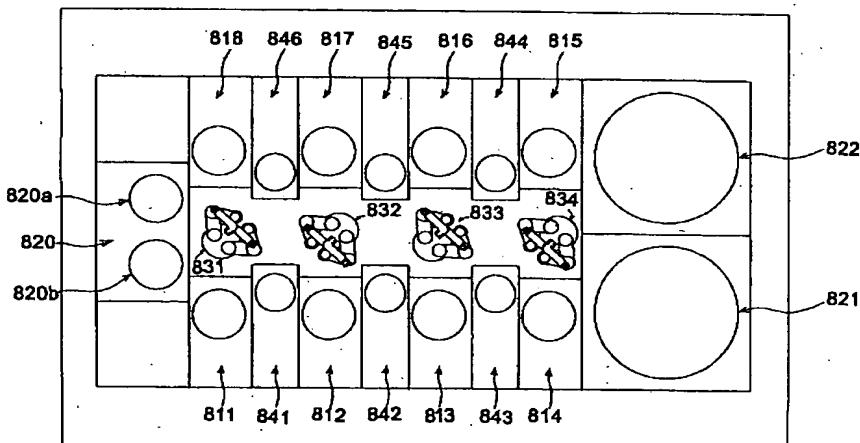
【図20】



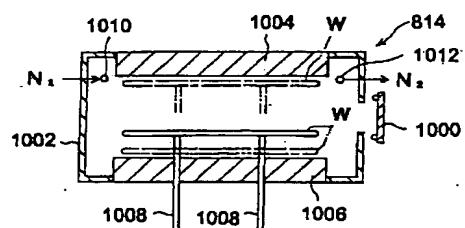
【図21】



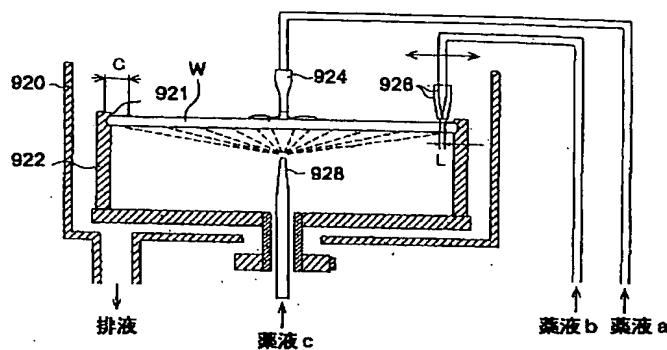
【図22】



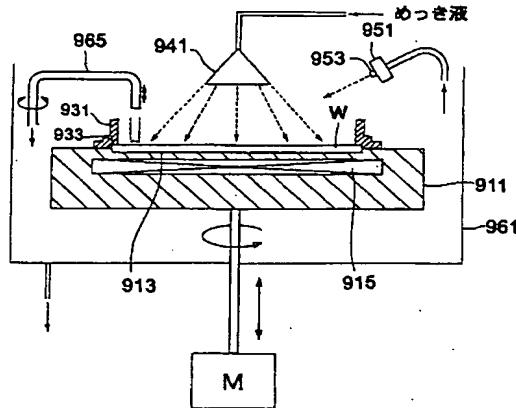
【図27】



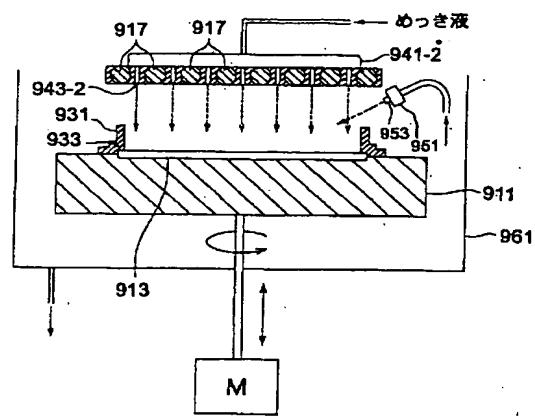
【図24】



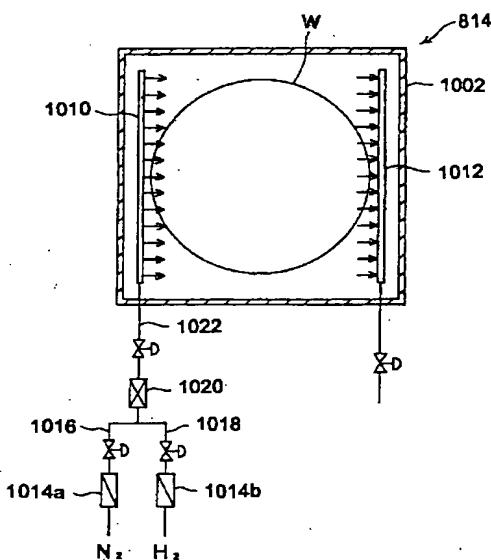
【図25】



【図26】



【図28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.
C 23 C 18/16

識別記号

F I
C 23 C 18/16マーク(参考)
B
Z18/18
18/31
C 23 F 1/08
H O 1 L 21/306

103

18/18
18/31
C 23 F 1/08
H O 1 L 21/306103
J

F ターム(参考) 3B201 AA03 AB08 AB33 AB40 AB44
BB23 BB33 BB43 BB46
4K022 AA05 AA42 BA04 BA08 BA14
BA32 BA35 DA01 DB14 DB15
DB19
4K057 WA01 WA03 WB04 WM06 WM11
WN01
5F043 BB27 DD02 DD30 EE35 EE36
GG03